

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Juli 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/055242 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C25B 1/12, 15/00, 15/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/013993

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Dezember 2003 (10.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 58 525.3 14. Dezember 2002 (14.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): GESELLSCHAFT FÜR HOCHLEISTUNGSE-
LEK TROLYSEURE ZURWASSERSTOFFERZEU-
GUNG MBH [DE/DE]; Ludwig-Bölkow-Allee, Tor 2,
85521 Ottobrunn (DE).

(72) Erfinder; und

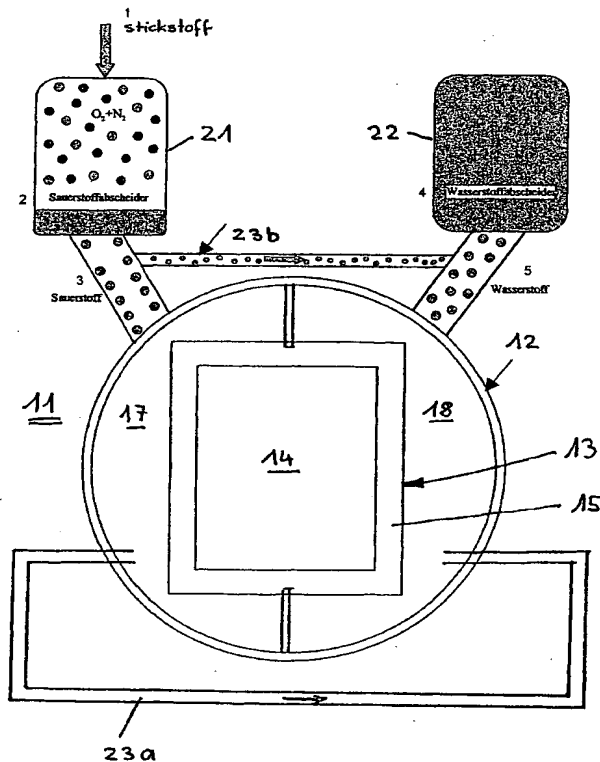
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRAND, Rolf, August
[DE/DE]; Heufelder Strasse 76, 83052 Bruckmühl (DE).
WALLEVIK, Oddmund [NO/NO]; Enggravhoegda 26,
N-3711 Skien (NO).

(74) Anwalt: WINTER, Josef; MTU Friedrichshafen GmbH,
Abt. ZJ-P, Maybachplatz 1, 88045 Friedrichshafen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PRESSURE ELECTROLYZER AND METHOD FOR SWITCHING OFF A PRESSURE ELECTROLYZER

(54) Bezeichnung: DRUCKELEKTROLYSEUR UND VERFAHREN ZUR ABSCHALTUNG EINES DRUCKELEKTROLYSEURS



1 NITROGEN
2 OXYGEN SEPARATOR
3 OXYGEN

4 HYDROGEN SEPARATOR
5 HYDROGEN

Sauerstoffabscheider

(57) Abstract: The invention relates to a pressure electrolyzer and a method for switching off said pressure electrolyzer. The pressure electrolyzer comprises a pressure reservoir (12) and an electrolytic cell block (13) which contains a plurality of electrolytic cells (14) and is arranged in the pressure reservoir (12), the electrolytic cells (14) including respective anodes and cathodes. An electrolyte circulation system supplies the anodes and cathodes with the electrolyte. An oxygen separator (21) separates the gaseous oxygen produced during operation of the pressure electrolyzer (11) and a hydrogen separator (22) separates the gaseous hydrogen produced during operation of the pressure electrolyzer (11). A supply of an inert gas, especially hydrogen, is used to render the pressure electrolyzer (11) inert when it is switched off. The invention is particularly characterized in that the inert gas supply is supplied to the oxygen separator (21) and that the electrolyte circulation system comprises a pipe connection (23a; 23b) via which a part of the electrolyte can be displaced in the sense of a displacement of the gaseous hydrogen from the hydrogen separator (22) when the oxygen separator (21) is impinged upon with the inert gas.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Druckelektrolyseur und ein Verfahren zum Abschalten eines solchen beschrieben. Der Druckelektrolyseur umfasst einen Druckbehälter (12) und einen eine Anzahl von Elektrolysezellen (14) enthaltenden, in dem Druckbehälter (12) angeordneten Elektrolysezellenblock (13), wobei die Elektrolysezellen (14) jeweilige Anoden und Kathoden enthalten und ein Elektrolytzirkulationssystem zur Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden und Kathoden vorgesehen ist, einen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Express Label No.
EV342540217US

WO 2004/055242 A1



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** CA, CN, IN, JP, NO, RU, US.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(21) zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs (11) entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und einem Wasserstoffabscheider (22) zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs (11) entstehenden gasförmigen Wasserstoffs, sowie einen Vorrat eines inerten Gases, insbesondere Stickstoff, zum Inertisieren des Druckelektrolyseurs (11) bei seiner Abschaltung. Erfindungsgemäss ist es vorgesehen, dass der Inertgasvorrat dem Sauerstoffabscheider (21) zuführbar ist, und dass das Elektrolytkreislaufsystem eine Leitungsverbindung (23a; 23b) enthält, über die bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders (21) mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (22) verschiebbar ist.

Express Label No.
EV342540217US

5 Druckelektrolyseur und Verfahren zur Abschaltung eines
 Druckelektrolyseurs

Die Erfindung betrifft einen Druckelektrolyseur nach dem O-
10 berbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zur Abschalt-
 ung eines Druckelektrolyseurs nach dem Oberbegriff des An-
 spruchs 9.

Zur elektrolytischen Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff
15 und Sauerstoff sind Druckelektrolyseure bekannt, die einen
 Druckbehälter und einen eine Anzahl von in Form eines Stapels
 zusammengefassten Elektrolysezellen enthaltenden, in dem
 Druckbehälter angeordneten Elektrolysezellenblock umfassen.
 Die Elektrolysezellen enthalten jeweilige Anoden und Kathoden
20 und es ist ein Elektrolytkreislaufsystem zur Zuführung von E-
 lektrolyt zu den Anoden und Kathoden vorgesehen. Ein Sauer-
 stoffabscheider dient zum Abscheiden des beim Betrieb des
 Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und
 ein Wasserstoffabscheider dient zum Abscheiden des beim Be-
25 trieb des Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Was-
 serstoffs. Zum Inertisieren des Druckelektrolyseurs bei des-
 sen Abschaltung ist ein Vorrat eines inerten Gases, insbeson-
 dere Stickstoff, vorgesehen.

30 Ein Druckelektrolyseur herkömmlicher Art ist beispielsweise
 aus der DE 25 48 699 C3 bekannt.

Bei Druckelektrolyseuren der genannten Art besteht eine we-
 sentliche Sicherheitsanforderung in der Fähigkeit zu einer

schnellen, zuverlässigen und umfassenden Inertisierung, das heißt, einer Entfernung des Wasserstoffs aus dem Druckbehälter und aus dem Wasserstoffabscheider, so dass der Restgehalt an Wasserstoff deutlich unter der unteren Explosionsgrenze von 4 Vol.% liegt.

Herkömmlich werden zum Inertisieren größere Mengen an Inertgas, typischerweise Stickstoff, vorgehalten, mit dem der Wasserstoff beim Abschalten, etwa bei einer Notabschaltung, aus dem Wasserstoffabscheider gespült wird. Hierzu kann entweder der Druck im Druckelektrolyseur beibehalten oder im Zuge der Spülung mit dem Inertgas ein Druckabbau auf den Umgebungsdruck erfolgen. In jedem Fall muss wegen der Vermischung der Gase ein Vielfaches des Gasvolumens des Wasserstoffabscheiders in Form von Inertgas vorgehalten werden.

Da bei einer schnellen Dekompression des Elektrolyseurs durch das Ausgasen von Wasserstoff bzw. von Sauerstoff in versteckten Kavernen typischerweise Schäden in den Dichtungen und Baukomponenten der Zellen entstehen und ein späteres Wiederaufahren der drucklosen Anlage mit großem Aufwand verbunden ist, sollte eine Dekompression des Elektrolyseurs möglichst auf drei Arten von Störfällen beschränkt werden, bei denen sie tatsächlich unumgänglich ist: Leckage von Elektrolyt, Leckage von Produktgas und kritische Verunreinigung von Produktgas. Sonst sollte der Druck beim Abschalten immer beibehalten werden.

Die Aufgabe der Erfindung ist es einen Druckelektrolyseur und ein Verfahren zur Abschaltung eines Druckelektrolyseurs zu schaffen, bei denen mit einer möglichst geringen Menge an Inertgas eine zuverlässige Inertisierung des Elektrolyseurs möglich ist. Insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, soll

eine Abschaltung des Elektrolyseurs auch ohne Dekompression möglich sein.

Vorrichtungsmäßig wird die gestellte Aufgabe durch einen Druckelektrolyseur mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Verfahrensmäßig wird die gestellte Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

Durch die Erfindung wird ein Druckelektrolyseur mit einem Druckbehälter und einem eine Anzahl von Elektrolysezellen enthaltenden, in dem Druckbehälter angeordneten Elektrolysezellenblock geschaffen. Die Elektrolysezellen enthalten jeweilige Anoden und Kathoden und es ist ein Elektrolysekreislauflaufsystem zur Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden und Kathoden vorgesehen. Zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Sauerstoffs ist ein Sauerstoffabscheider vorgesehen und zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Wasserstoffs ist ein Wasserstoffabscheider vorgesehen. Ein Vorrat eines inerten Gases, insbesondere Stickstoff, dient zum Inertisieren des Druckelektrolyseurs bei seiner Abschaltung. Erfindungsgemäß ist der Inertgasvorrat dem Sauerstoffabscheider zuführbar und das Elektrolytkreislaufsystem enthält eine Leitungsverbindung, über die bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider verschiebbar ist.

Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs ist der Sauerstoffabscheider und/oder der Was-

serstoffabscheider außerhalb des Druckbehälters vorgesehen, und bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders mit dem Inertgas ist ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider von dem Druckbehälter und/oder von dem Sauerstoffabscheider in den Wasserstoffabscheider verschiebbar.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Sauerstoffabscheider und/oder der Wasserstoffabscheider durch einen Teil des Volumens innerhalb des Druckbehälters gebildet, und bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders mit dem Inertgas ist ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs, insbesondere innerhalb des Druckbehälters, in den den Wasserstoffabscheider bildenden Teil des Druckbehältervolumens verschiebbar.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Leitungsverbindung, über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider verschiebbar ist, außerhalb des Druckbehälters vorgesehen.

Hierbei kann die Leitungsverbindung durch eine unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolyten verlaufende, den Sauerstoffabscheider mit dem Wasserstoffabscheider verbindende Pendelleitung gebildet sein.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs ist die Leitungsverbindung, über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider verschiebbar ist, innerhalb des Druckbehälters vorgesehen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs bildet das Gehäuse des Elektrolyse-

zellenblocks zusammen mit dem Druckbehälter mindestens zwei voneinander getrennte Räume, welche Bestandteil des Elektrolytkreislaufsystems sind und die durch das Gehäuse gegen die Elektrolysezellen und durch den Druckbehälter gegen die Umgebung begrenzt sind, wobei einer der voneinander getrennten Räume Bestandteil eines Anolytkreislaufs und mit dem Sauerstoffabscheider verbunden ist und ein anderer der voneinander getrennten Räume Bestandteil eines Katholytkreislaufs und mit dem Wasserstoffabscheider verbunden ist.

10

Hierbei können die voneinander getrennten Räume durch Trennwände voneinander getrennt sein, die sich zwischen dem Gehäuse des Elektrolysezellenblocks und dem Druckbehälter erstrecken, und die Leitungsverbindung, über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider verschiebbar ist, kann durch einen Durchgang in einem unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolyten liegenden Bereich der Trennwände gebildet sein.

20 Weiterhin wird durch die Erfindung ein Verfahren zum Abschalten eines Druckelektrolyseurs geschaffen, wobei der Druckelektrolyseur einen Druckbehälter und einen eine Anzahl von Elektrolysezellen umfassenden, in dem Druckbehälter angeordneten Elektrolysezellenblock enthält und die Elektrolysezellen
25 jeweilige Anoden und Kathoden enthalten und ein Elektrolytkreislaufsystem zur Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden und Kathoden vorgesehen ist. Ein Sauerstoffabscheider dient zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und ein Wasserstoffabscheider
30 dient zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Wasserstoffs. Zum Inertisieren wird dem Druckelektrolyseur bei seiner Abschaltung ein inertes Gas, insbesondere Stickstoff, zugeführt. Erfindungsgemäß wird das Inertgas dem Sauerstoffabscheider zugeführt, und bei

Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders mit dem Inertgas wird ein Teil des Elektrolyten über eine in dem Elektrolytenkreislaufsystem vorgesehene Leitungsverbindung im Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider verschoben.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Sauerstoffabscheider und/oder der Wasserstoffabscheider außerhalb des Druckbehälters vorgesehen, und bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders mit dem Inertgas wird ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider von dem Druckbehälter und/oder von dem Sauerstoffabscheider in den Wasserstoffabscheider verschoben.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Sauerstoffabscheider und/oder der Wasserstoffabscheider durch einen Teil des Volumens innerhalb des Druckbehälters gebildet, und bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders mit dem Inertgas wird ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs, insbesondere innerhalb des Druckbehälters, in den den Wasserstoffabscheider bildenden Teil des Druckbehältervolumens verschoben.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

Figur 1a) und 1b) in schematisierter Darstellung einen erfindungsgemäßen Druckelektrolyseur im Betriebszustand (Figur 1a)) bzw. im Abschaltzustand (Figur 1b));

Figur 2a) und 2b) in schematisierter Darstellung einen erfindungsgemäßen Druckelektrolyseur im Betriebszustand (Figur 2a)) bzw. im Abschaltzustand (Figur 2b)).

5 In den Figuren 1a), 1b), 2a) und 2b) umfasst ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 11 bzw. 31 bezeichneter Druckelektrolyseur, der zur elektrolytischen Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff dient, einen Druckbehälter 12 bzw. 32, in welchem ein Elektrolysenzellenblock 13 bzw. 33 angeordnet ist. Der Elektrolysezellenblock 13 bzw. 33 besteht aus
10 einer Anzahl von in Form eines Stapels zusammengefasste Elektrolysezellen 14 bzw. 34, welche in den Figuren lediglich angedeutet sind. Die Elektrolysezellen 4 enthalten, was in den Figuren nicht eigens dargestellt ist, jeweils eine Anode und eine Kathode. Ein Elektrolytkreislaufsystem, welches in
15 den Figuren nur teilweise dargestellt ist, dient der Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden und Kathoden. Ein derartiger Elektrolyseur ist beispielsweise in der unveröffentlichten deutschen Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen
20 101 50 557.4 dargestellt.

Bei dem in den Figuren 1a) und 1b) dargestellten Ausführungsbeispiel sind außerhalb des Druckbehälters 12 ein Sauerstoffabscheider 21 zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs 11 entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und ein
25 Wasserstoffabscheider 22 zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs 11 entstehenden gasförmigen Wasserstoffs vorgesehen.

30 Bei dem in den Figuren 2a) und 2b) dargestellten Ausführungsbeispiel bildet das Gehäuse 35 des Elektrolysezellenblockes 33 zusammen mit dem Druckbehälter 32 zwei voneinander getrennte Räume 37, 38, die durch Trennwände 39, 40 voneinander getrennt sind, welche sich zwischen dem Gehäuse 35 des Elekt-

rolysezellenblocks 33 und dem Druckbehälter 32 erstrecken.
Die beiden voneinander getrennten Räume 37, 38 sind Bestand-
teile des Elektrolytkreislaufsystems und sind durch das Ge-
häuse 35 gegen die Elektrolysezellen 34 und durch den Druck-
5 behälter 32 gegen die Umgebung begrenzt.

Durch einen Teil des Volumens innerhalb des Druckbehälters
32, welches über dem Elektrolysezellenblock 33 befindlich
ist, ist ein Sauerstoffabscheider 41 zum Abscheiden des beim
10 Betrieb des Druckelektrolyseurs 31 entstehenden gasförmigen
Sauerstoffs gebildet und durch einen Teil des Volumens inner-
halb des Druckbehälters 32, der ebenfalls über den Elektroly-
sezellenblock 33 befindlich ist, ist ein Wasserstoffabschei-
der 42 zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektroly-
15 seurs 31 entstehenden gasförmigen Wasserstoffs gebildet.

Von den beiden vorher genannten voneinander getrennten Räumen
37, 38, welche Bestandteil des Elektrolytkreislaufs sind, ist
einer, nämlich der Raum 37 Bestandteil eine Anolytkreislaufs
20 und mit dem dem Sauerstoffabscheider 41 bildenden Teil des
Volumens innerhalb des Druckbehälters 32 verbunden, und der
andere Raum 38 ist Bestandteil eines Katholytkreislaufs und
mit dem den Wasserstoffabscheider 42 bildenden Teil des Volu-
mens innerhalb des Druckbehälters 32 verbunden.

25 Bei allen dargestellten Ausführungsbeispielen ist ein Vorrat
eines inerten Gases, insbesondere Stickstoff, zum Inertisie-
ren des Druckelektrolyseurs 11 bzw. 31 bei seiner Abschaltung
vorgesehen, der in den Figuren jedoch nicht eigens darge-
30 stellt ist. Dieses Inertgas dient dazu, den Druckelektroly-
seur und insbesondere den Wasserstoffabscheider 22 bzw. 42
von Wasserstoff frei zu machen, zumindest soweit, dass der
Wasserstoffgehalt unter der unteren Explosionsgrenze von 4
Vol.% liegt. Dieser Inertgasvorrat bzw. das vorgehaltene I-

nertgas ist allgemein gesprochen zu diesem Zwecke dem Sauerstoffabscheider 21 bzw. 41 in der Weise zuführbar, dass bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders 21 bzw. 41 mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten innerhalb des Elektrolytkreislaufs so verschoben wird, dass der gasförmige Wasserstoff aus dem Wasserstoffabscheider 22 bzw. 42 verdrängt wird. Der verdrängte Wasserstoff wird dabei beispielsweise an die Umgebung abgeführt, gespeichert oder in anderer Weise entfernt.

10

Damit der Elektrolyt innerhalb des Elektrolytkreislaufsystems in dem oben beschriebenen Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider 22 bzw. 42 verschiebbar ist, ist in dem Elektrolytkreislaufsystem eine Leitungsverbindung 23a; 23b; 43a; 43b vorgesehen, welche auf unterschiedliche Art ausgeführt sein kann.

Bei dem in den Figuren 1a) und 1b) dargestellten Ausführungsbeispiel ist die genannte Leitungsverbindung außerhalb des Druckbehälters 12 vorgesehen, wobei zwei verschiedene Varianten gleichzeitig dargestellt sind. So kann die außerhalb des Druckbehälters 12 verlaufende Leitungsverbindung entweder durch eine Leitungsverbindung 23a gebildet sein, welche einen dem Sauerstoffabscheider 21 zugeordneten Volumenbereich innerhalb des Druckbehälters 12 mit einem dem Wasserstoffabscheider 22 zugeordneten Volumenbereich innerhalb des Druckbehälters 12 verbindet, oder sie kann durch eine den Sauerstoffabscheider 21 mit dem Wasserstoffabscheider verbindende Pendelleitung 23b gebildet sein, welche unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolyten verläuft. Schließlich kann die genannte Leitungsverbindung auch innerhalb des Druckbehälters 12 einen dem Sauerstoffabscheider 21 zugeordneten Bereich des Elektrolytkreislaufs mit einem dem Wasserstoffabscheider 22 zugeordneten Bereich des Elektrolytkreislaufs

verbinden, was in den Figuren 1a) und 1b) jedoch nicht dargestellt ist.

In dem in Figur 1a) dargestellten normalen Betriebszustand
5 des Druckelektrolyseurs 11 wird der entstehende Sauerstoff im
Sauerstoffabscheider 21 gesammelt und der entstehende Wasser-
stoff wird im Wasserstoffabscheider 22 gesammelt. Sowohl der
Sauerstoffabscheider 21 als auch der Wasserstoffabscheider 22
sind jeweils teilweise, nämlich in einem unteren Bereich, mit
10 dem Elektrolyten gefüllt, im oberen Bereich der Abscheider
21, 22 sammelt sich das jeweilige Produktgas.

Wenn nun der Druckelektrolyseur 11 abgeschaltet werden soll,
wird dem Sauerstoffabscheider 21, typischerweise in dem zum
15 Sammeln des gasförmigen Sauerstoffs vorgesehenen oberen Volumenbereich desselben, das vorgehaltene Inertgas, also typischerweise Stickstoffgas, zugeführt. Über die in dem Elektrolytkreislauf vorgesehene Leitungsverbindung 23a bzw. 23b erfolgt eine Verschiebung eines Teils des Elektrolyten aus dem
20 Sauerstoffabscheider 21 und/oder aus dem Druckbehälter 12 in den Wasserstoffabscheider 22 und bewirkt eine Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus demselben, wodurch eine Inertisierung des Druckelektrolyseurs 11 und des Wasserstoffabscheiders 22 erfolgt. Sinnvollerweise erfolgt diese Inerti-
25 sierung erst, wenn im wesentlichen der gesamte gasförmige Wasserstoff aus dem Druckbehälter 12 in den Wasserstoffabscheider 22 aufgestiegen ist. Figur 1b) zeigt den Druckelektrolyseur 11 in abgeschaltetem, inertisiertem Zustand.

30 Bei dem in den Figuren 2a) und 2b) dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Leitungsverbindung 43a; 43b, über welche ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus dem den Wasserstoffabscheider 42 bildenden Volumenbereich des Druckbehälters 32 verschiebbar ist,

entweder durch eine außerhalb des Druckbehälters 32 verlaufende Leitungsverbindung 43a gebildet, die einen dem Sauerstoffabscheider 41 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, nämlich den einen Bestandteil des Anolytkreislaufs bildenden Raum 37, mit einem dem Wasserstoffabscheider 42 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, nämlich dem einen Teil des Katholytkreislaufs bildenden Raum 38, verbindet, oder es ist eine Leitungsverbindung 43b innerhalb des Druckbehälters 32 vorgesehen, welche einen dem Sauerstoffabscheider 41 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, nämlich den einen Bestandteil des Anolytkreislaufs bildenden Raum 37, mit einem dem Wasserstoffabscheider 42 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, nämlich dem einen Teil des Katholytkreislaufs bildenden Raum 38, miteinander verbindet. Diese Leitungsverbindung 43b ist typischerweise in der unterhalb des Elektrolysezellenblocks 33 vorgesehenen Trennwand 40 vorgesehen.

Bei einer Inertisierung des Elektrolyseurs 31 wird der den Sauerstoffabscheider 41 bildende Volumenbereich des Druckbehälters 32 mit dem vorgehaltenen Inertgas, typischerweise Stickstoff, beaufschlagt, wodurch der Elektrolyt über die Leitungsverbindung 43a bzw. 43b aus dem dem Sauerstoffabscheider 41 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, also aus dem Raum 37 des Anolytkreislaufs, in den dem Wasserstoffabscheider 42 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, also in den Raum 38 des Katholytkreislaufs, übergeführt wird bis der Wasserstoff vollständig aus dem den Wasserstoffabscheider 42 bildenden Volumenbereich des Druckbehälters 32 entfernt ist. Auch hier erfolgt die Inertisierung sinnvollerweise erst dann, wenn im wesentlichen der gesamte gebildete Wasserstoff im Wasserstoffabscheider 42, d.h. in dem entsprechenden Volumenbereich des Druckbehälters 32 gesammelt ist.

Das Verschieben des Elektrolytniveaus in den Wasserstoffabscheider 22 bzw. 42 kann bei allen Ausführungsbeispielen durch geeignete Mittel überwacht werden, beispielsweise durch Niveauwächter, welche einen Anstieg der Füllhöhe des Elektrolyten im Wasserstoffabscheider 22 bzw. 42 bis auf ein vorgegebenes Niveau überwachen.

Der bei der Inertisierung des Wasserstoffabscheiders 22 bzw. 42 verdrängte Wasserstoff kann gespeichert und weiter verwendet werden, er muss nicht verworfen werden, da er nicht mit dem zugeführten Inertgas vermischt ist.

Eine Anwendung der Erfindung ist bei allen Typen von Elektrolyseuren möglich, so zum Beispiel auch beim PEM-Elektrolyseur, der Wasser als Elektrolyt verwendet.

20

25

30

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|----------|----------------------------|
| | 11; 31 | Druckelektrolyseur |
| 5 | 12; 32 | Druckbehälter |
| | 13; 33 | Elektrolysezellenblock |
| | 14; 34 | Elektrolysezellen |
| | 15; 35 | Gehäuse |
| | 17; 37 | Raum für Anolytkreislauf |
| 10 | 18; 38 | Raum für Katholytkreislauf |
| | 29 | Trennwand |
| | 40 | Trennwand |
| | 21; 41 | Sauerstoffabscheider |
| | 22; 42 | Wasserstoffabscheider |
| 15 | 23a; 43a | Leistungsverbindung |
| | 23b; 43b | Leistungsverbindung |

20

25

30

5

Patentansprüche

1. Druckelektrolyseur mit einem Druckbehälter (12; 32) und
10 einem eine Anzahl von Elektrolysezellen (14; 34) enthalten-
den, in dem Druckbehälter (12; 32) angeordneten Elektrolyse-
zellenblock (13; 33), wobei die Elektrolysezellen (14; 34)
jeweilige Anoden und Kathoden enthalten und ein Elektrolyt-
kreislaufsystem zur Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden
15 und Kathoden vorgesehen ist, mit einem Sauerstoffabscheider
(21; 41) zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektroly-
seurs (11; 31) entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und einem
Wasserstoffabscheider (22; 42) zum Abscheiden des beim Be-
trieb des Druckelektrolyseurs (11; 31) entstehenden gasförmig-
20 en Wasserstoffs, und mit einem Vorrat eines inerten Gases,
insbesondere Stickstoff, zum Inertisieren des Druckelektroly-
seurs (11; 31) bei seiner Abschaltung, dadurch gekennzeich-
net, dass der Inertgasvorrat dem Sauerstoffabscheider (21;
41) zuführbar ist, und dass das Elektrolytkreislaufsystem ei-
25 ne Leitungsverbindung (23a; 23b; 43a; 43b) enthält, über die
bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders (21; 41) mit dem
Inertgas ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung
des gasförmigen Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider
(22; 42) verschiebbar ist.

30

2. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, dass der Sauerstoffabscheider (21) und/oder der Wasser-
stoffabscheider (22) außerhalb des Druckbehälters (12) vorge-
sehen ist, und dass bei Beaufschlagung des Sauerstoffabschei-

ders (21) mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (22) von dem Druckbehälter (12) und/oder von dem Sauerstoffabscheider (21) in den Wasserstoffabscheider (22) verschiebbar ist.

3. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffabscheider (41) und/oder der Wasserstoffabscheider (42) durch einen Teil des Volumens innerhalb des Druckbehälters (32) gebildet ist, und dass bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders (41) mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs in den Wasserstoffabscheider (42) bildenden Teil des Druckbehältervolumens verschiebbar ist.

15

4. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungsverbindung (23a; 23b; 43a), über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (22; 42) verschiebbar ist, außerhalb des Druckbehälters (12; 32) vorgesehen ist.

20

5. Druckelektrolyseur nach Anspruch 4 in Verbindung mit Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungsverbindung (23b) durch eine unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolyten verlaufende, den Sauerstoffabscheider (21) mit dem Wasserstoffabscheider (22) verbindende Pendelleitung (23b) gebildet ist.

25

6. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungsverbindung (43b), über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (42) verschiebbar ist, innerhalb des Druckbehälters (32) vorgesehen ist.

30

7. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (35) des Elektrolysezellenblocks (33) zusammen mit dem Druckbehälter (32) mindestens zwei voneinander getrennte Räume (37, 38) bildet, welche
5 Bestandteil des Elektrolytkreislaufsystems sind und die durch das Gehäuse (35) gegen die Elektrolysezellen (34) und durch den Druckbehälter (32) gegen die Umgebung begrenzt sind, wobei einer der voneinander getrennten Räume (37) Bestandteil eines Anolytkreislaufs und mit dem Sauerstoffabscheider (41) verbunden ist und ein anderer der voneinander
10 getrennten Räume (38) Bestandteil eines Katholytkreislaufs und mit dem Wasserstoffabscheider (42) verbunden ist.

8. Druckelektrolyseur nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die voneinander getrennten Räume (37, 38) durch
15 Trennwände (39, 40) voneinander getrennt sind, die sich zwischen dem Gehäuse (35) des Elektrolysezellenblocks (33) und dem Druckbehälter (32) erstrecken, und dass die Leitungsverbindung (43b), über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne
20 einer Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (42) verschiebbar ist, durch einen Durchgang in einem unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolyten bildenden Bereich der Trennwände (39, 40) gebildet ist.

25 9. Verfahren zum Abschalten eines Druckelektrolyseurs, der einen Druckbehälter (12, 32) und einen eine Anzahl von Elektrolysezellen (14; 34) enthaltenden, in dem Druckbehälter (12; 22) angeordneten Elektrolysezellenblock (13; 33) umfasst, wobei die Elektrolysezellen (14; 34) jeweilige Anoden und Kathoden enthalten und ein Elektrolytkreislaufsystem zur Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden und Kathoden und ein Sauerstoffabscheider (21; 41) zum Abscheiden des beim Betrieb des
30 Druckelektrolyseurs (11; 31) entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und ein Wasserstoffabscheider (22; 42) zum Abscheiden

des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs (11; 31) entstehen-
den gasförmigen Wasserstoffs vorgesehen ist, wobei dem Dru-
ckeletrolyseur (11; 31) zum Inertisieren bei seiner Abschalt-
ung ein inertes Gas, insbesondere Stickstoff, zugeführt
5 wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Inertgas dem Sauer-
stoffabscheider (21; 41) zugeführt wird, und dass bei Beauf-
schlagung des Sauerstoffabscheiders (21; 41) mit dem Inertgas
ein Teil des Elektrolyten über eine in dem Elektrolytkreis-
laufsystem (23a; 23b; 43a; 43b) enthaltene Leitungsverbindung
10 im Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus
dem Wasserstoffabscheider (22; 42) verschoben wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
der Sauerstoffabscheider (21) und/oder der Wasserstoffab-
15 scheider (22) außerhalb des Druckbehälters (12) vorgesehen
ist, und dass bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders
(21) mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten zur Verdrän-
gung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (22) von
dem Druckbehälter (12) und/oder von dem Sauerstoffabscheider
20 (21) in den Wasserstoffabscheider (22) verschoben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
der Sauerstoffabscheider (41) und/oder der Wasserstoffab-
scheider (42) durch einen Teil des Volumens innerhalb des
25 Druckbehälters (32) gebildet ist, und dass bei Beaufschlagung
des Sauerstoffabscheiders (41) mit dem Inertgas ein Teil des
Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs in den den Was-
serstoffabscheider (42) bildenden Teil des Druckbehältervolu-
mens verschoben wird.

30

Fig. 1a)

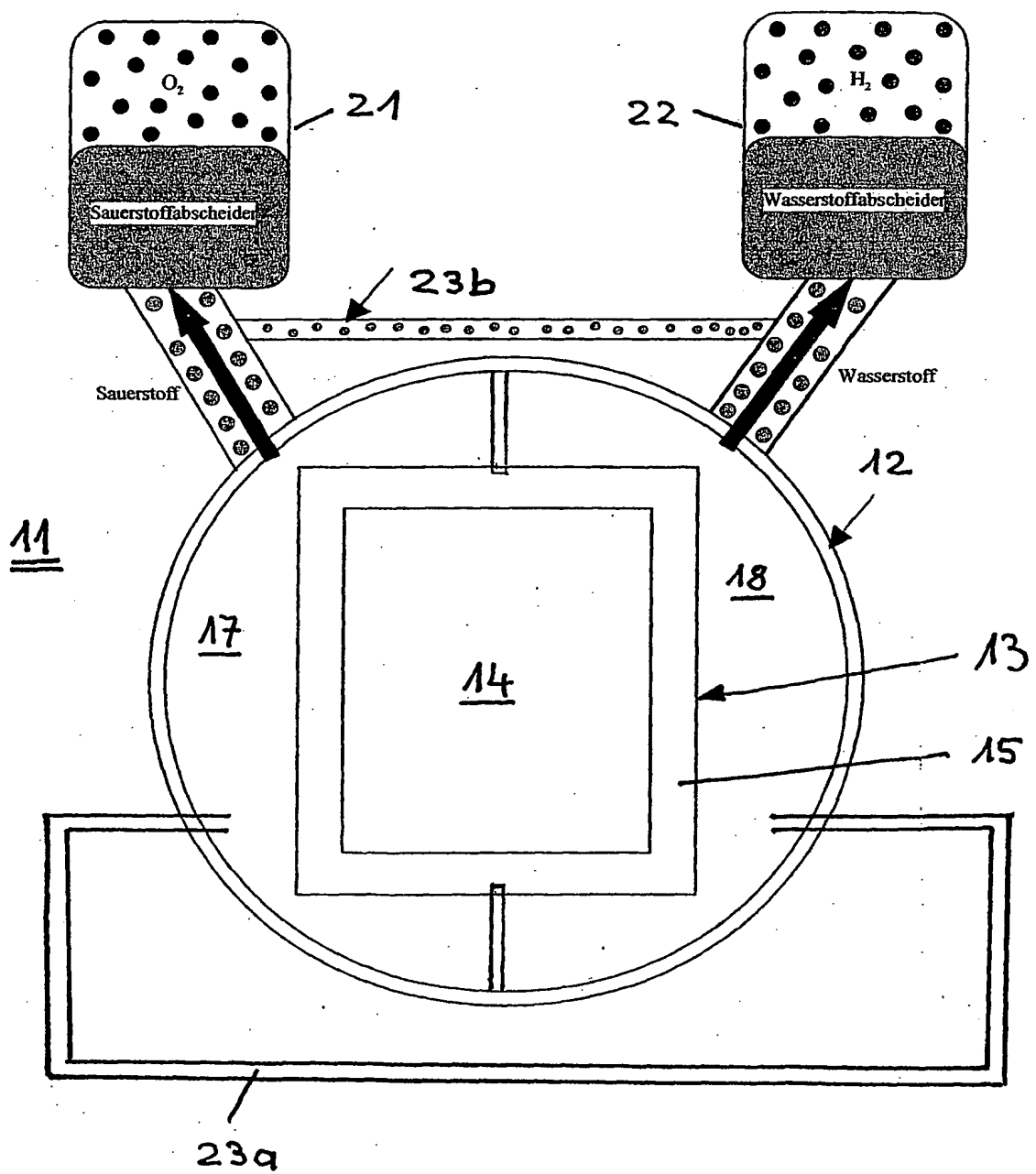


Fig. 1b)

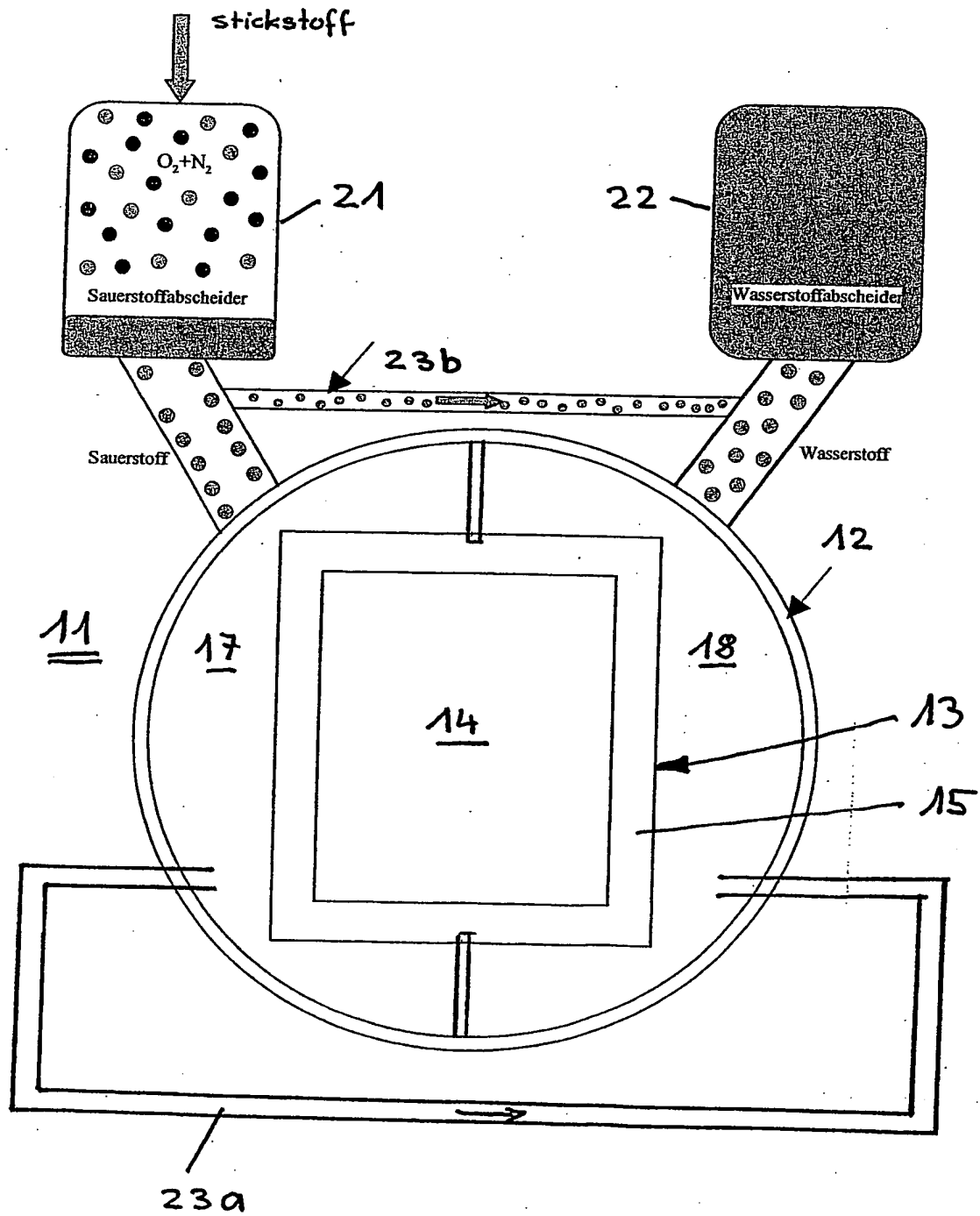


Fig. 2 a)

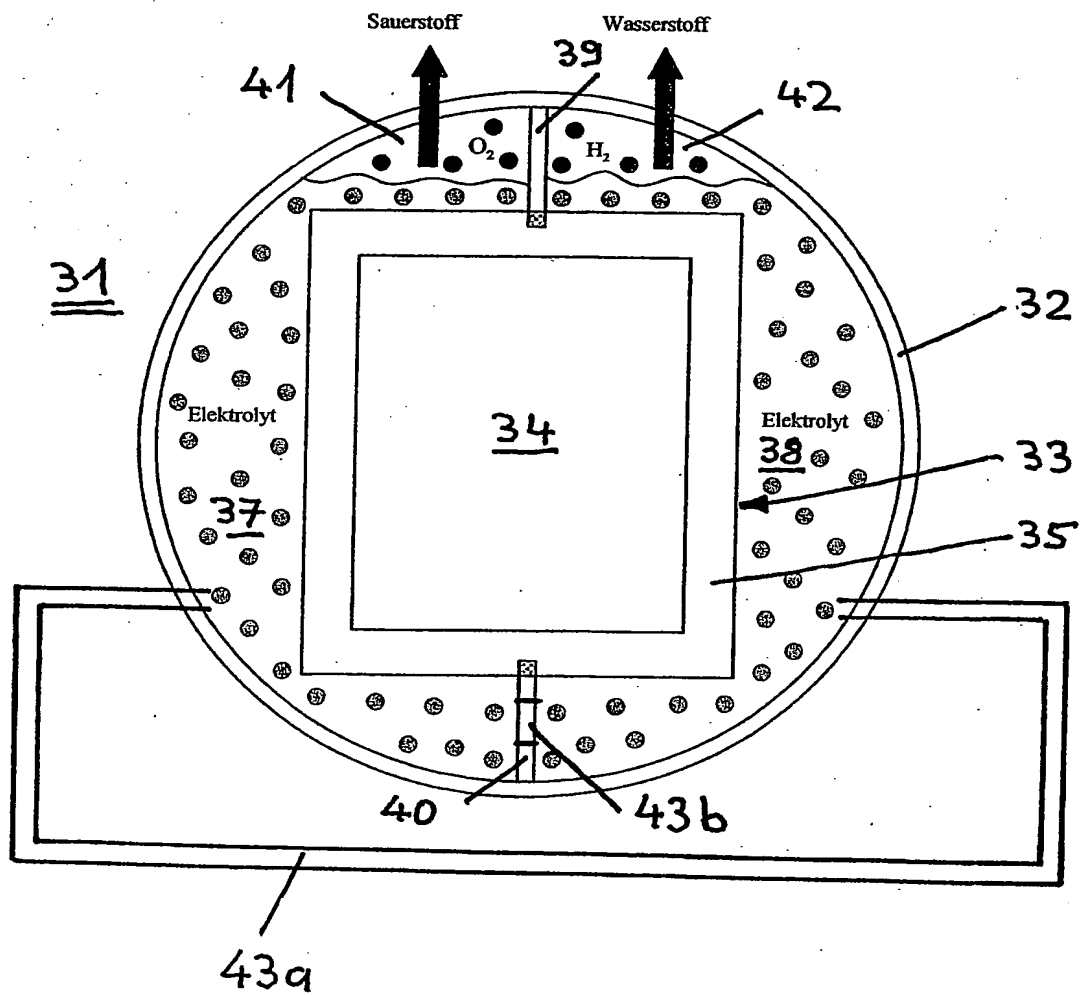


Fig. 2b)

